

# 1 MICRORILIEVO

MONICA AMATUCCI,<sup>1</sup> ANDREA ROSINA<sup>2</sup>

## 1.1. INTRODUZIONE

La descrizione e l'interpretazione del rilievo terrestre costituiscono il campo di studio della geomorfologia o morfologia terrestre, che nelle scienze naturali si colloca a cavallo tra la geografia e la geologia. Gli obiettivi di questa disciplina mirano non soltanto alla conoscenza del territorio, ma soprattutto alla ricerca dei fenomeni che hanno determinato il suo assetto, degli agenti che li hanno indotti e delle loro interazioni che, nel tempo, hanno portato la superficie terrestre ad essere così come ci si presenta.

Il rilievo terrestre è da considerarsi come il risultato di una combinazione di processi che agiscono insieme, da un lato in senso costruttivo e da un altro in senso distruttivo. In base alla loro natura, tali processi possono essere classificati in due grandi categorie: i "processi endogeni", a cui appartengono fenomeni tettonici, sismici, vulcanici, ovvero tutti quei processi la cui origine è da ricercarsi al di sotto della superficie terrestre, e i "processi esogeni" che, invece, costituiscono il risultato dell'interazione della superficie terrestre con l'atmosfera, l'idrosfera e la biosfera, attraverso azioni di natura fisica, chimica e biologica. Lo studio della morfologia costituisce, dunque, il primo passo per qualunque analisi che abbia come oggetto un territorio, indipendentemente dal fatto che esso venga osservato da un punto di vista naturalistico oppure tecnico-ingegneristico. Infatti, la conoscenza di un'area nei suoi più intimi dettagli deve necessariamente passare attraverso le sue origini e la sua storia, in quanto sono proprio queste ultime a spiegare e giustificare le attuali forme del territorio e le sue probabili future evoluzioni, consentendo così interventi consapevoli e mirati alla soluzione e alla prevenzione di eventuali rischi anche per la popolazione.

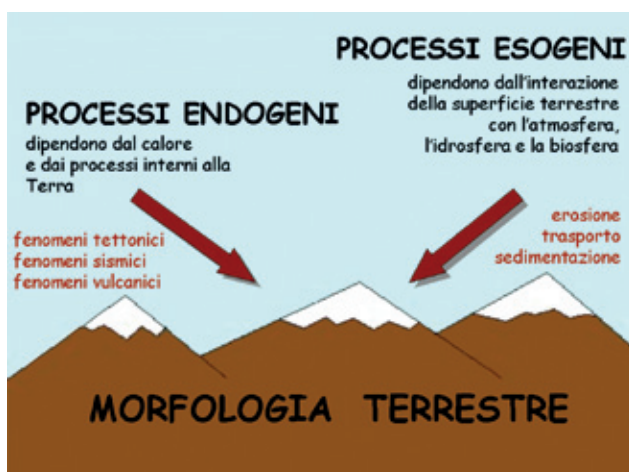


Fig. 1.1 - Schema riassuntivo della dinamica terrestre.

Tutte le indagini di tipo territoriale richiedono, per logici motivi, l'ausilio di opportuni documenti cartografici che riproducano in modo fedele tutti gli elementi caratterizzanti il territorio in esame, in modo da consentire una visione anche spaziale dei problemi affrontati.

In una cartografia topografica, normalmente, le informazioni sono tutte schiacciate su un unico livello informativo, che riproduce il territorio attraverso una simbologia convenzionale, ricalcandolo nei suoi tratti essenziali: toponomastica, distribuzione delle aree urbane, della rete idrica naturale e artificiale, eventuali linee di costa, tipi di coltivazioni o di vegetazione spontanea, informazioni altimetriche di tipo lineare e/o puntuale.

La presenza di tante tipologie diverse di dati su una stessa tavola cartografica favorisce la visione globale e unitaria del territorio rappresentato, ma, allo stesso tempo, impedisce un'analisi precisa e dettagliata di ogni singolo fattore, necessaria per qualunque tipo di finalità. Quindi, partendo dalla base topografica, che costituisce sempre e comunque una tra le principali fonti di riferimento, risulta indispensabile separare le informazioni presenti, per poi riorganizzarle secondo la loro natura, ottenendo così singoli tematismi, omogenei per tipologia di dato.

Questa metodologia d'indagine consente di analizzare il territorio nei suoi vari aspetti, studiandone uno alla volta; ricombinando poi opportunamente i tematismi, è possibile mettere in luce le eventuali correlazioni tra le varie caratteristiche del territorio.

## 1.2. ALTIMETRIA

L'altimetria costituisce uno tra i principali tematismi che caratterizzano il paesaggio. Essa esprime l'andamento del rilievo, che viene rappresentato cartograficamente attraverso particolari linee, dette "isoipse" o curve di livello, che, per definizione, collegano tutti i punti aventi uguale quota sul livello medio del mare. Per comprendere il significato delle isoipse, si può immaginare di "tagliare" il rilievo mediante piani orizzontali paralleli al suolo ed equidistanti tra loro. Dall'intersezione del rilievo con i singoli piani si ottengono delle linee chiuse che, riportate in pianta sul piano cartografico, si presentano in genere l'una inclusa nelle altre. L'immagine che ne deriva è una visione schiacciata dall'alto del rilievo, in cui ogni curva rappresenta una quota. Più la pendenza del rilievo è elevata, più

<sup>1</sup> Università di Bologna - *Alma Mater Studiorum* - CSSAS - Centro Sperimentale per lo Studio e l'Analisi del Suolo; autrice dei paragrafi da 1 a 6 (Microrilievo).

<sup>2</sup> Geologo in Monselice (PD); autore dei paragrafi da 7 a 11 (Profili topografici).

le isoipse sono ravvicinate, dal momento che l'equidistanza, ovvero il dislivello tra le isoipse, viene mantenuta costante. Naturalmente l'equidistanza adottata dipende dalla scala di rappresentazione della carta e, in una carta topografica in scala 1:25.000, essa generalmente corrisponde a 25 metri.

Nelle zone di montagna, o comunque nelle zone in cui il dislivello altimetrico è apprezzabile, il metodo di rappresentazione grafica bidimensionale del rilievo, basato sulle isoipse, risulta quello scientificamente più valido, in quanto consente di calcolare per ogni punto del campo cartografico la quota di riferimento. Altro destino seguono invece i territori di pianura in cui, generalmente, non vi sono pendenze tali da consentire facilmente l'applicazione del metodo delle isoipse con equidistanza 25 metri, in quanto la morfologia è tale per cui il dislivello altimetrico globale difficilmente supera i 20 metri. Pertanto, in questi casi, nelle cartografie topografiche ufficiali, l'altimetria viene rappresentata attraverso il piano quotato, che consiste in un insieme di punti, ad altimetria nota, distribuiti uniformemente sul territorio, alcuni riferiti al piano di campagna, altri riferiti a infrastrutture oppure a manufatti di origine antropica. A causa dell'esiguo dislivello, la quota di questi punti viene approssimata al decimo di metro.

Un tematismo così rappresentato è sicuramente valido dal punto di vista informativo, in quanto fornisce il dato altimetrico in modo puntuale e con un'ottima approssimazione (0,1 m), tuttavia dal punto di vista grafico esso non costituisce una base cartografica idonea e pronta per studi di tipo territoriale, in quanto non consente di individuare, visualizzare e accorpare in modo immediato le aree con la stessa altimetria. I piani quotati, pertanto, devono essere considerati come un dato in forma grezza che necessita di un'interpretazione e di un'elaborazione successiva per poter essere opportunamente utilizzati in studi a carattere morfologico-ambientale.

### 1.3. METODOLOGIA DI LAVORO PER LA COSTRUZIONE DEL MICRORILIEVO SU CARTA

Per costruire una Carta Altimetrica di pianura dove, visto il tipo di territorio, è opportuno parlare in termini di microrilievo e micromorfologia, è necessaria un'analisi preliminare della base topografica di riferimento, che implica in primo luogo la scelta dei punti quotati da considerare, sulla base delle finalità dello studio che si vuole portare a termine. Infatti, se l'indagine è a carattere ambientale e naturalistico, è necessario depurare la base cartografica da tutti i punti quotati relativi alle infrastrutture e ai manufatti di origine antropica, che altererebbero il profilo naturale del territorio, falsando così l'assetto naturale del piano di campagna.

La scelta dei punti quotati da eliminare è sicuramente un momento molto delicato, in quanto accade spesso che alcuni elementi, pur essendo artificiali, costituiscano ormai parte integrante del territorio, soprattutto

in considerazione del fatto che moltissime aree pianeggianti sono il risultato di numerose bonifiche susseguitesi nel tempo. In questi territori, quindi, sono rimaste poche tracce dell'antico assetto naturale, anche perché, talvolta, in alcuni tratti è stato addirittura modificato il corso naturale dei fiumi principali, il che ha portato un totale stravolgimento paesaggistico. In questi casi, la presenza di argini e manufatti simili deve essere necessariamente cartografata, pur trattandosi di elementi artificiali, perché altrimenti il risultato grafico a cui si perverrebbe non considerandoli non rispecchierebbe in alcun modo la realtà.

Sulla base di tali considerazioni, si comprende che non è possibile applicare un criterio unico nella selezione dei punti quotati da eliminare o da non eliminare, ma è necessario valutare caso per caso, utilizzando una chiave di lettura calibrata sul tipo di territorio che si deve interpretare.

Dopo aver portato a termine questa prima fase di analisi della base cartografica, la costruzione della Carta Altimetrica richiede che vengano tracciate le isoipse, al fine di ottenere un tematismo di tipo lineare, che favorisca la lettura e l'interpretazione del dato altimetrico. Il passo successivo, di conseguenza, consiste nel decidere un'equidistanza opportuna tra le isoipse, in genere pari a 0,50 metri.

Si procede poi alla classificazione di tutti i punti quotati, attribuendo un colore diverso a ogni intervallo altimetrico, secondo la scaletta dell'equidistanza. Una volta terminata la classificazione, vengono tracciate le linee di separazione tra le aree di colore diverso; tali linee di separazione concettualmente costituiscono le isoipse. L'interpolazione manuale dei punti quotati, come si intuisce, è un metodo molto soggettivo che si basa soprattutto sull'interpretazione del territorio da parte del cartografo e sulla sua sensibilità, il che significa che la stessa area potrebbe essere interpretata da due esperti in modo diverso, pur adottando gli stessi criteri di massima. Tuttavia, la mente umana è da preferirsi comunque alle procedure automatizzate basate su algoritmi informatici che, per quanto sofisticati, non posseggono né la sensibilità né la capacità interpretativa di un essere umano, che in questo caso costituiscono gli ingredienti essenziali per la buona riuscita del prodotto. Naturalmente la conoscenza del territorio da parte del cartografo risulta imprescindibile ai fini di una corretta analisi e interpretazione dei dati contenuti nella base cartografica, in quanto qualunque cartografia, per quanto fedele possa essere, costituisce comunque e sempre una rappresentazione del territorio che non può sostituirsi *in toto* all'esperienza e alla conoscenza dei luoghi, dal punto di vista sia paesaggistico sia geomorfologico. Infatti, l'occhio esperto di una persona che conosce il territorio è in grado di cogliere e tenere in considerazione particolari che altrimenti sfuggirebbero e, in più, di effettuare collegamenti logici tra i vari aspetti del paesaggio, facendo scaturire da essi nuove informazioni.

Tracciate le curve di livello, si ottiene un tematismo

altimetrico di tipo lineare, dal momento che i dati di riferimento sono rappresentati sotto forma di linee.

Lo stesso elaborato può essere osservato anche sotto un'altra luce: esso, infatti, può essere letto anche in forma areale, se l'attenzione viene spostata dalle isoipse alle aree individuate e delimitate da queste ultime. Tali superfici vengono dette "fasce altimetriche" e suddividono il territorio cartografato in aree omogenee per intervalli di quota. Il limite grafico di queste aree è individuato dalle isoipse stesse e i valori-limite dell'intervallo altimetrico corrispondono alle quote altimetriche delle isoipse coinvolte.

Il passaggio da un tematismo di tipo lineare a uno di tipo areale costituisce un vantaggio enorme per eventuali successive elaborazioni, in quanto, pur generalizzando il dato altimetrico, esso consente di attribuire a ogni punto del campo cartografico l'intervallo di quota di appartenenza.

Il risultato a cui si perviene è la "Carta delle Fasce Altimetriche", la cui legenda sarà costituita dai colori associati ai differenti intervalli di quota.

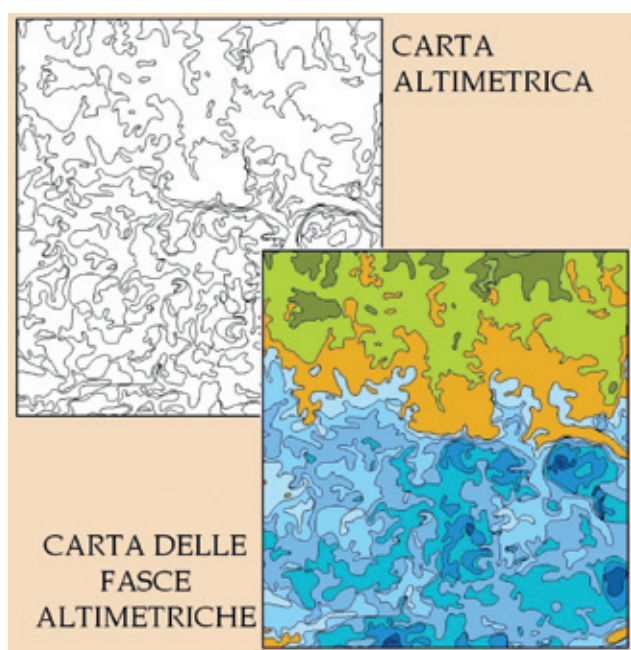


Fig. 1.2 - Esempio del passaggio dal tematismo lineare al tematismo poligonale.

Una volta terminata l'elaborazione dell'Altimetria su carta, si procede, con l'ausilio del Personal Computer e di *software* dedicati (G.I.S.), alla sua acquisizione informatica che la renderà parte di una Banca Dati Territoriale e quindi disponibile per ulteriori future elaborazioni ed aggiornamenti.

#### 1.4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

Il territorio della Provincia di Venezia occupa un'area di circa 246.899 ettari (pari quindi a 2469 km<sup>2</sup>) e la presenza delle lagune, in particolare la Laguna di Venezia, lo rende praticamente unico al mondo nella

sua morfologia. La sua origine è principalmente di tipo alluvionale, in quanto esso ha preso soprattutto forma dall'accumulo dei depositi alluvionali rilasciati da tutti i fiumi che sfociano nell'alto Adriatico, compreso il Po (che attualmente scorre al di fuori dei confini provinciali). Come poi descritto in dettaglio nel capitolo "Profilo storico", molto estesa fino a un recente passato è stata anche la presenza di lagune e paludi, ora bonificate<sup>3</sup>. I terreni che ne sono derivati, ricchi di sostanza organica e di torba, hanno subito, nel corso del tempo, importanti fenomeni di compattazione la cui immediata conseguenza è rappresentata da una subsidenza piuttosto spinta che ha spesso influenzato in modo determinante la morfologia dell'area<sup>4</sup>. Nel territorio provinciale di Venezia alla subsidenza naturale si è aggiunta negli ultimi decenni anche una subsidenza di natura antropica, determinata dalle intense attività estrattive delle acque di falda, che hanno contribuito nel tempo ad accentuare una situazione già di per sé molto critica. Il territorio veneziano, infatti, non solo è pianeggiante ma, per quasi metà della sua superficie, presenta una quota altimetrica addirittura inferiore al livello medio del mare. Questa caratteristica rende l'area estremamente vulnerabile soprattutto in considerazione del fatto che essa si affaccia direttamente sul mare o sulle lagune (è il caso di Venezia) e quindi, non essendo un'area interna, non può usufruire di sbarramenti naturali; le sue uniche difese non artificiali contro il rischio idraulico superano solo localmente i tre metri di quota. Da qui si intuisce l'importanza e l'indispensabilità dell'analisi micromorfologica di questo territorio, finalizzata soprattutto alla sua tutela e alla sua difesa, visto il suo assetto particolarmente vulnerabile.

La redazione di una Carta Altimetrica attendibile costituisce, quindi, la base di qualunque studio volto alla protezione del territorio, sia per individuare le zone più esposte al rischio idraulico<sup>5</sup>, sia per elaborare e progettare eventuali opere a scopo protettivo, in modo da evitare conseguenze catastrofiche dovute a eventi naturali non controllabili; infatti, senza la realizzazione di opportune opere di sbarramento, basterebbe un piccolo innalzamento del livello marino per riportare gran parte del territorio veneziano a essere, come fino a un recente passato, una grande distesa d'acqua<sup>6</sup>.

#### 1.5. REALIZZAZIONE DELLA CARTA DEL MICRORILIEVO E DELLA CARTA DELLE FASCE ALTIMETRICHE

Per la realizzazione della Carta del Microrilievo è stata utilizzata come base cartografica di riferimento la Carta Tecnica Regionale in formato vettoriale *dwg*,

<sup>3</sup> Vedi anche il capitolo "Idrografia e bonifica idraulica" e la cartografia di Tav. 5.

<sup>4</sup> Vedi anche il capitolo "Subsidenza" e la cartografia di Tav. 15.

<sup>5</sup> Vedi anche il capitolo "Rischio idraulico" e la cartografia di Tav. 16.

<sup>6</sup> Vedi anche le cartografie delle Tavv. 2-3.



in scala 1:5000, fornita dalla Provincia di Venezia. Essa consta di 350 tavole ed è tuttora in fase di aggiornamento, pertanto non tutte le tavole risalgono allo stesso anno, né come data di redazione né tanto meno per il rilievo di campagna; inoltre, i relativi rilievi sono stati anche affidati nel tempo a ditte diverse. Essendo la cartografia di base già informatizzata, non sono stati prodotti gli originali d'autore in formato cartaceo e la costruzione del Microrilievo è stata elaborata direttamente al computer, attraverso la classificazione e l'interpolazione dei piani quotati che costituivano lo sfondo per la digitalizzazione da video.

I criteri per la realizzazione della Carta del Microrilievo informatizzata sono stati i seguenti:

- per la classificazione dei punti quotati sono stati presi in considerazione soltanto i punti quotati relativi al piano di campagna, eliminando così tutti i punti che indicavano la quota di manufatti e infrastrutture artificiali, in modo da non alterare il profilo naturale del territorio;
- in linea di principio, in prossimità dei corsi d'acqua sono stati esclusi gli argini, in modo da raccordare tra loro i piani di campagna separati dal corso d'acqua. Laddove però le due situazioni da un lato e dall'altro rispetto al fiume risultavano profondamente diverse (sbalzo di quota e, quindi, isoipse non raccordabili tra loro), gli argini sono stati cartografati, solo come presenza e non con la quota riferita alla loro sommità, in quanto considerati come barriere fisiche che hanno contribuito a una diversa evoluzione del territorio nel tempo, tale da provocare lo sbalzo di quota;
- non sono stati cartografati i limiti delle valli e delle paludi interne (Valle Zignago, Valle Perera, Valle Grande ecc.) in quanto si è preferito considerare tali aree non come specchi d'acqua, dato già presente nella Carta dell'idrografia (Tav. 5), ma piuttosto come territorio a tutti gli effetti, in modo da integrarne la quota nel contesto della micromorfologia.

Dall'analisi della Carta del Microrilievo si rileva che il territorio cartografato presenta una quota altimetrica compresa tra -4 e +21 metri s.l.m. Trattandosi di un tematismo di tipo lineare, risulta difficile poter analizzare i dati attraverso una semplice osservazione del prodotto, in quanto la veste grafica non favorisce di certo il colpo d'occhio, soprattutto nelle aree pianeggianti, ricche di piccoli dossi e depressioni. Infatti, mentre nelle zone con quota superiore ai 7-8 metri è possibile intuire l'andamento del rilievo, che risulta piuttosto regolare, nelle aree pianeggianti le molteplici isoipse di forma circolare che contornano le aree relative ai piccoli dossi e alle mini depressioni non consentono di intuire se la quota altimetrica interna a esse è superiore (dosso) o inferiore (depressione); risulta pertanto indispensabile l'elaborazione della Carta delle Fasce Altimetriche che trasforma il dato altimetrico da lineare a poligonale.

Dal punto di vista informativo, la Carta delle Fasce Altimetriche non aggiunge ulteriori informazioni alla

Carta del Microrilievo, tuttavia essa è più facilmente leggibile anche da un occhio non esperto, in quanto affida alla scala cromatica l'interpretazione del dato.

## 1.6. ANALISI DEI DATI ELABORATI

Dall'analisi della Carta delle Fasce Altimetriche (Tav. 1 e Fig. 1.3; stralci nelle Figg. 1.4-1.5-1.6), il territorio provinciale di Venezia risulta ripartito in 31 fasce altimetriche, che vanno da una quota minima di 4 metri sotto il livello medio del mare fino a 21 metri s.l.m. e, dall'analisi dei dati contenuti nel *database* associato alla copertura, si deduce quanto segue:

- la maggior parte del territorio provinciale, circa il 60,79%, pari a 150.093,42 ha, è compreso tra -1,5 m e 2,0 m s.l.m. (nel calcolo è stata inclusa tutta

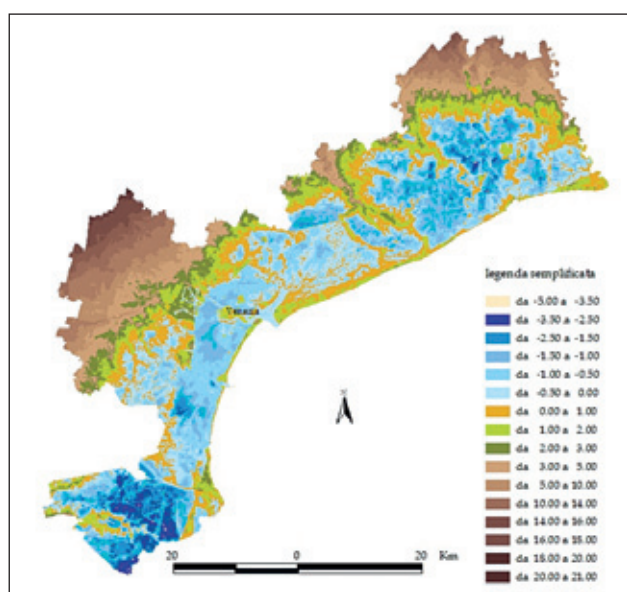


Fig. 1.3 - Carta delle fasce altimetriche della provincia di Venezia: territorio provinciale.

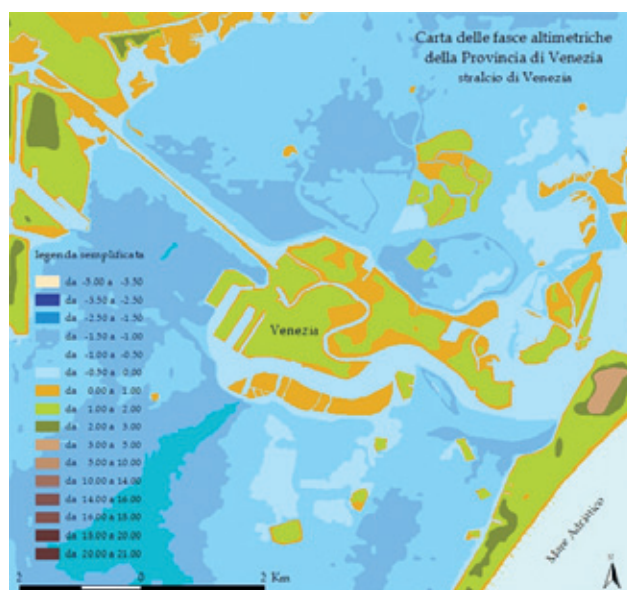


Fig. 1.4 - Carta delle fasce altimetriche della provincia di Venezia: stralcio della città di Venezia.



Fig. 1.5 - Carta delle fasce altimetriche della provincia di Venezia: stralcio della laguna di Venezia.

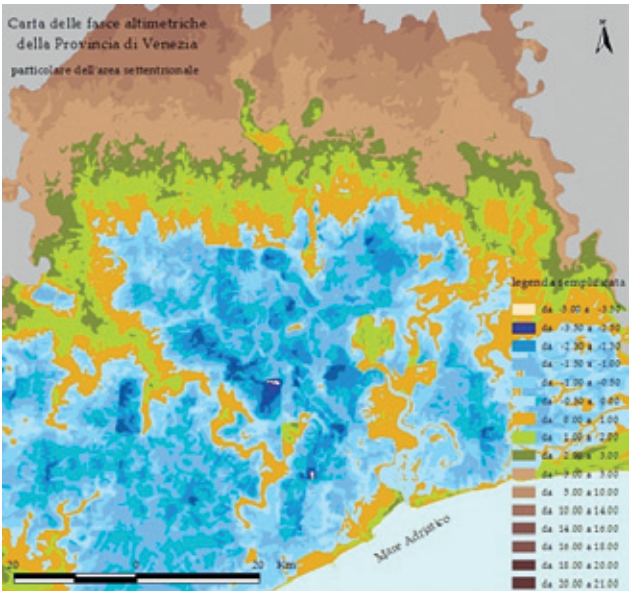


Fig. 1.6 - Carta delle fasce altimetriche della provincia di Venezia: stralcio dell'area settentrionale (Caorle).

- l'area lagunare, ritenuta a tutti gli effetti parte integrante del territorio veneziano);
- la classe più rappresentata, con il 15,48% dell'area, pari a 38.224,63 ha, è la fascia compresa tra 0 e 1 m s.l.m.;
  - il 46,91% della superficie totale indagata, pari a 115.818,94 ha, è sotto lo 0 altimetrico;
  - solo lo 0.0006% del territorio, pari a 1,45 ha, supera i 20,0 m s.l.m.

Nel calcolo delle superfici non sono state incluse le opere di sbarramento e di arginatura, che comunque esistono e svolgono un'azione di protezione del territorio, senza le quali tutta l'area sarebbe sottoposta a un continuo rischio di sommersione ritornando ad essere palude o laguna.

L'applicazione dei Sistemi Informativi Geografici e, quindi, l'organizzazione dei dati in formato tabellare, permetteranno anche in seguito di estrarre informazioni attraverso delle semplici interrogazioni sia grafiche sia logiche.

I dati numerici citati sono stati raccolti ed elaborati a partire dal *data base* allegato alla copertura relativa alla Carta delle Fasce Altimetriche, del quale è riportata una sintesi (Tab. 1.1).

FASCIA ALTIMETRICA con dislivello pari a 1 metro	SUPERFICIE IN ETTARI (ha)	PERCENTUALE DEL TERRITORIO PROVINCIALE
-4,0 - -3,5	57,24	0,02
-3,5 - -3,0	2.151,77	0,87
-3,0 - -2,5	3.921,17	1,59
-2,5 - -2,0	6.914,42	2,80
-2,0 - -1,5	13.050,46	5,29
-1,5 - -1,0	23.298,17	9,44
-1,0 - -0,5	33.299,92	13,49
-0,5 - 0,0	33.125,80	13,42
0,0 - 1,0	38.224,63	15,48
1,0 - 2,0	22.144,89	8,97
2,0 - 3,0	15.569,77	6,31
3,0 - 4,0	10.436,12	4,23
4,0 - 5,0	8.550,55	3,46
5,0 - 6,0	6.271,16	2,54
6,0 - 7,0	5.625,48	2,28
7,0 - 8,0	4.852,43	1,97
8,0 - 9,0	3.832,50	1,55
9,0 - 10,0	3.259,54	1,32
10,0 - 11,0	3.252,78	1,32
11,0 - 12,0	2.316,05	0,94
12,0 - 13,0	1.715,08	0,69
13,0 - 14,0	1.448,01	0,59
14,0 - 15,0	1.363,83	0,55
15,0 - 16,0	1.044,78	0,42
16,0 - 17,0	646,99	0,26
17,0 - 18,0	343,49	0,14
18,0 - 19,0	127,68	0,05
19,0 - 20,0	52,82	0,02
20,0 - 21,0	1,45	0,0006

Tab. 1.1 - Tabella sintetica del *data base* associato alla Carta delle Fasce Altimetriche

### 1.7. I PROFILI TOPOGRAFICI

I "profili topografici", detti anche "profili altimetrici", costituiscono un ottimo complemento al documento cartografico del Microrilievo, in quanto consentono di ottenere una visione del territorio secondo il piano xoz dello spazio, che mette in risalto le differenze altimetriche lungo la retta che viene scelta come direttrice. L'orientazione opportuna della traccia costituisce un

elemento essenziale per la buona riuscita dell'elaborato finale. Il criterio preferenziale per ottenere un buon profilo altimetrico è quello di selezionare un'area in cui vi sia un dislivello altimetrico apprezzabile e, successivamente, orientare la retta direttrice in modo che essa "tagli" le isoipse quasi perpendicolarmente. Operando in questo modo, verrà delineata la forma del rilievo e la sua pendenza, ottenendo così una visione del territorio diversa dalla sua rappresentazione in pianta. Pertanto, come proseguimento logico della Carta del Microrilievo, sono state realizzate otto sezioni topografiche lungo particolari direttrici, per osservare meglio e più in particolare l'andamento altimetrico all'interno della provincia di Venezia.

### 1.8. METODOLOGIA DI LAVORO PER LA CREAZIONE DEL PROFILO TOPOGRAFICO SU CARTA

La costruzione di un profilo topografico su carta costituisce un'ulteriore elaborazione del tematismo altimetrico. Si tratta, infatti, di realizzare un grafico cartesiano bidimensionale *xoz* in cui l'asse *x* corrisponde a una linea di taglio del territorio, decisa dall'esecutore, e l'asse *z* riporta la quota altimetrica delle isoipse che essa interseca.

Dopo aver osservato e studiato attentamente l'andamento delle isoipse sul documento cartografico, viene scelta opportunamente una traccia lineare che costituirà la retta lungo la quale il territorio sarà tagliato (asse *x* del profilo altimetrico). Su un altro foglio viene riportata una retta di pari lunghezza e, su di essa, vengono individuati i punti corrispondenti alle intersezioni della retta stessa con le isoipse che essa intercetta sulla cartografia; le quote delle suddette isoipse costituiranno la coordinata *z* del grafico che si sta realizzando.

Il prodotto che si ottiene è, quindi, un grafico cartesiano i cui punti avranno una coordinata *x*, che rappresenta la posizione dell'isoipsa intercettata, e una coordinata *z*, che ne indica la quota. L'unione dei punti rappresenterà il profilo altimetrico rilevato.

### 1.9. REALIZZAZIONE DEI PROFILI TOPOGRAFICI

I profili topografici possono essere elaborati anche per via informatica, attraverso l'uso dei G.I.S. (Sistemi Informativi Geografici), seguendo una procedura basata su una metodologia concettualmente identica alla loro costruzione su carta.

In questo studio, per la costruzione dei profili topografici è stata scelta come base cartografica di partenza la Carta del Microrilievo.

Sono state, quindi, individuate le zone più rappresentative del territorio, ovvero quelle che più mettevano in risalto la peculiarità del paesaggio. In particolare l'attenzione è stata rivolta alle aree maggiormente depresse (parte meridionale e nord-orientale del territorio provinciale) e ai rilievi in coincidenza di paleoalvei e dossi fluviali.

Nella tabella che segue sono elencate le caratteristiche altimetriche delle tracce selezionate per la costruzione dei profili topografici.

Nome traccia	lunghezza (m)	quota min. (m s.l.m.)	quota max (m s.l.m.)	dislivello (m)
San Gaetano (Cavarzere)	23.850,79	-3,00	2,60	5,6
Sista Bassa (Cona)	29.228,61	-3,45	2,00	5,45
Mira	64.153,49	-3,50	18,80	22,30
Mestre	33.827,19	-1,00	19,00	20,00
San Michele al Tagliamento	27.173,00	-1,00	7,00	8,00
San Donà di Piave	24.096,56	-1,50	3,50	5,00
Torre di Mosto	29.520,64	-1,60	6,90	8,50
Caposile	98.468,29	-2,50	6,60	9,10

I profili topografici sono stati realizzati direttamente per via informatica mediante l'utilizzo dei G.I.S., attraverso una serie di elaborazioni della Carta del Microrilievo in formato digitale *raster*.

Le scale di rappresentazione verticale e orizzontale variano in funzione della lunghezza del profilo. In ogni grafico sono comunque riportate in ascisse le distanze progressive e in ordinata le quote sul livello medio del mare.

### 1.10. ANALISI MORFOLOGICA DEI PROFILI TOPOGRAFICI

Di seguito vengono riportate le caratteristiche morfologiche degli otto profili topografici realizzati.

#### 1.10.1. Traccia 1: San Gaetano

La traccia si sviluppa nella parte meridionale del territorio della provincia di Venezia con direzione SE-NO, partendo a sud di Cavarzere, in corrispondenza del confine provinciale, fino a raggiungere l'abitato dei comuni di Chioggia e Sottomarina.

Dal punto di vista geologico, la traccia attraversa il Sistema alluvionale dell'Adige in corrispondenza di Cavarzere, il Sistema palustre fluviale bonificato nella parte centrale e i Sistemi costieri verso Chioggia.

Dall'analisi del profilo emergono il dosso fluviale dell'Adige, a sud-est di Cavarzere, e l'Unità del litorale indifferenziata nei pressi di Chioggia-Sottomarina, con quote che si aggirano intorno ai 2 m s.l.m. Nella parte centrale del profilo è evidente un'ampia depressione con quote medie attorno ai -2 m s.l.m.

La traccia, inoltre, incrocia lungo il suo percorso tre importanti corsi d'acqua: partendo da sud, essa incontra il fiume Adige, il canale Gorzone e il fiume Brenta appena a ovest della confluenza con il Bacchiglione. Nell'area compresa tra il fiume Adige a sud, il canale di Valle a ovest, il Bacchiglione a nord e la parte più orientale del comune di Cona, si registrano tassi di subsidenza annua dell'ordine di -2, -3 cm/anno.

Dall'analisi dell'istogramma di frequenza si osserva



che la quota media del territorio attraversato dalla traccia è -1,11 m s.l.m. mentre il valore minimo, pari a -3 m s.l.m., si registra nella zona compresa tra il fiume Adige e il canale Gorzone.

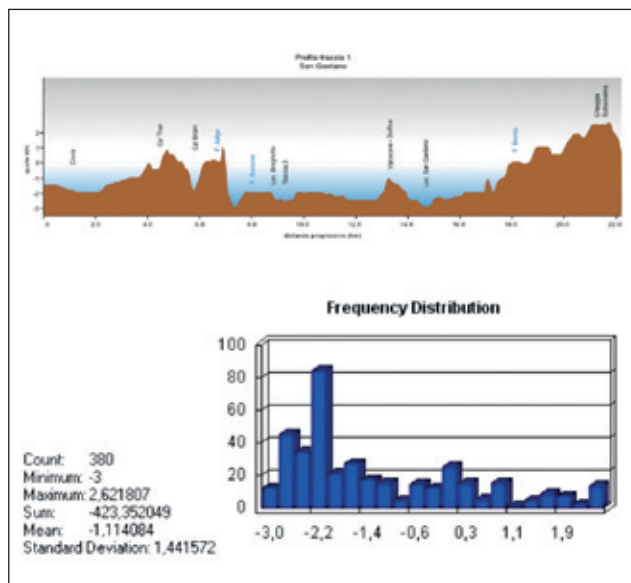


Fig. 1.7 - Traccia 1: inquadramento territoriale della traccia, profilo e istogramma elaborato.

### 1.10.2. Traccia 2: Sista Bassa

Anche questa traccia si estende nell'area meridionale della provincia di Venezia, con andamento E-O, partendo poco a nord di Agna, in provincia di Padova, e arrivando fino alla foce del fiume Adige.

L'andamento del profilo topografico costruito mette in risalto la forte depressione dell'area meridionale, il cui punto minimo, localizzato nei pressi di Sista Bassa (Cona), raggiunge quota inferiore a -3,5 m s.l.m.

Nel suo percorso, la traccia attraversa importanti elementi morfologici, come il dosso di Pegolotte a est, la cui origine è da collegarsi alla fase deposizionale del "ramo più settentrionale del Po nell'antichità" (CASTIGLIONI, 1978). Gli evidenti "picchi" presenti nella parte iniziale del profilo topografico sono la testimonianza di piccoli rami secondari o zone di espansione laterale che divagano dall'asse del dosso.

Dal punto di vista geologico, la traccia ricade nel Sistema alluvionale del Po-Adige; in particolare essa rientra parzialmente nell'Unità di Pegolotte (BONDESAN *et al.*, 2009).

La zona centrale, sede della massima depressione, coincide, invece, con l'Unità dei Cuori, formata da depositi palustri-fluviali bonificati costituiti prevalentemente da torbe, argille e limi argillosi (BONDESAN *et al.*, 2009). Ad est dello scolo Debba iniziano le Unità appartenenti ai Sistemi costieri, con forti dislivelli (sempre in relazione ai gradienti topografici regionali), dovuti alla morfologia propria dei depositi costieri.

L'analisi statistica evidenzia come la maggior parte del territorio sia ampiamente al di sotto del livello medio del mare, con quota media intorno a -1 m s.l.m.

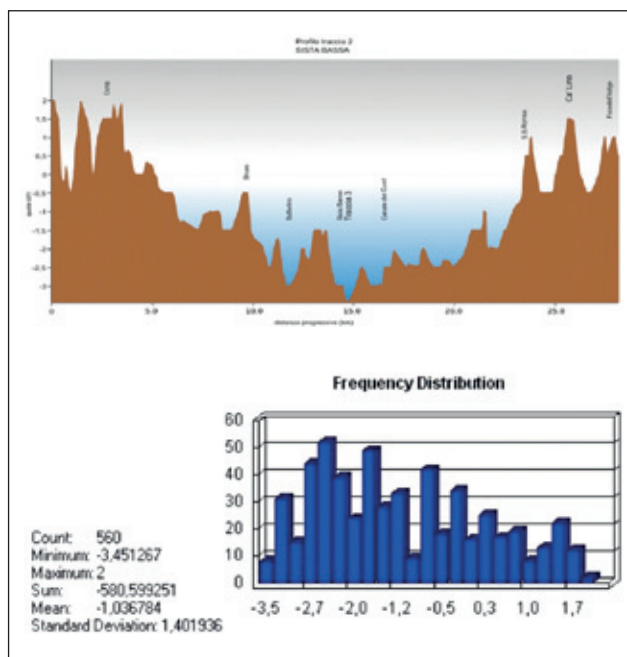
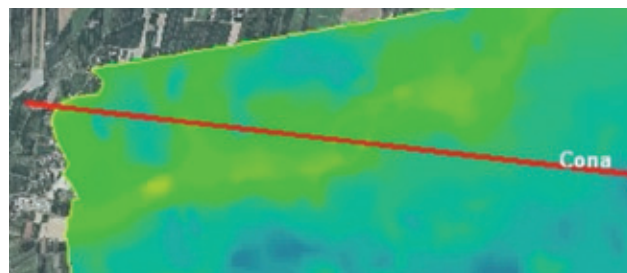


Fig. 1.8 - Traccia 2: inquadramento territoriale della traccia, profilo e istogramma elaborato.

### 1.10.3. Traccia 3: Mira

La terza traccia individuata attraversa da nord a sud l'area centro-meridionale della provincia di Venezia, da Scorzè fino a Cavarzere, partendo dalle aree a quota maggiore, in prossimità del comune di Scorzè, e terminando, poi, nella zona di massima depressione meridionale.

Il gradiente topografico, calcolato tra Scorzè e Campagna Lupia, risulta essere inferiore a 1‰.

Lungo il percorso interessato dalla traccia, nei pressi di Mira, si nota l'evidenza morfologica dell'Unità olocenica di Dolo, attraversata nell'asse principale, in corrispondenza dell'attuale Naviglio Brenta e in una delle sue apofisi terminali poco più a nord dell'idrovia Padova-Venezia. Nella parte meridionale del profilo, inoltre, si apprezza il carattere pensile del fiume Adige, ancora più evidente nell'immagine tridimensionale associata.

Dall'interpretazione del profilo, emerge in modo molto chiaro la diversità morfologica tra la zona centrale e la zona meridionale della provincia, pertanto si ritiene non opportuno procedere con il confronto statistico sull'andamento delle quote.

Infine è da segnalare che l'andamento pianeggiante che si riscontra intorno al km 30 del profilo non è

dovuto alla morfologia del territorio, ma alla mancanza del dato altimetrico, in quanto l'area corrispondente ricade nel territorio provinciale di Padova non cartografato.

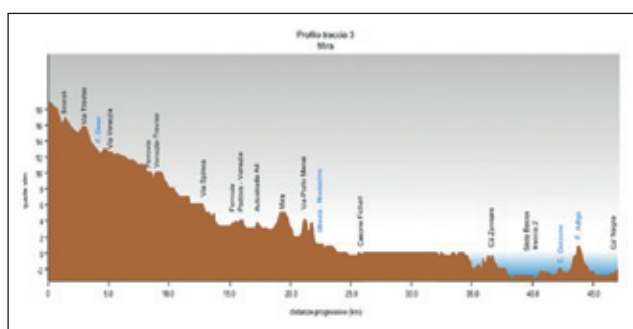
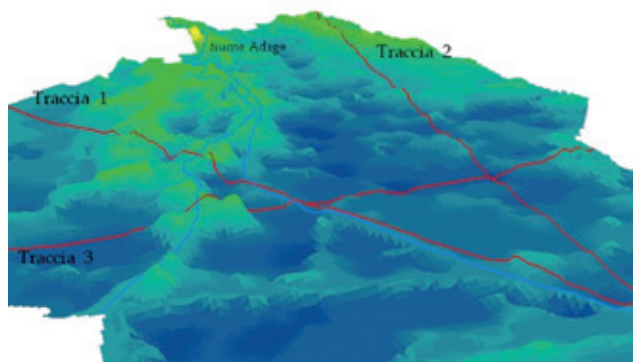


Fig. 1.9 - Traccia 3: inquadramento territoriale della traccia e profilo.

#### 1.10.4. Traccia 4: Mestre

La quarta traccia taglia da nord-ovest a sud-est la fascia centrale del territorio della provincia di Venezia. Partendo da Scorzè, essa arriva poco a sud della bocca lagunare del Cavallino, attraversando il centro di Venezia.

L'andamento del profilo mette in evidenza il lento degradare della pianura verso la laguna veneziana, con un gradiente pari a circa l'1‰.

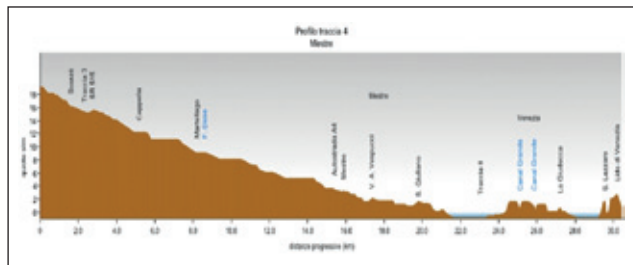


Fig. 1.10 - Traccia 4: profilo.

#### 1.10.5. Traccia 5: San Michele al Tagliamento

La traccia 5 si colloca al margine orientale della provincia di Venezia. Essa presenta un andamento parallelo al corso del fiume Tagliamento, interessando i comuni di Teglio Veneto, Fossalta di Portogruaro e San Michele al Tagliamento.

Dal punto di vista geologico, i territori attraversati dalla traccia rientrano nel Sistema alluvionale del Tagliamento, in particolare nelle Unità di Latisana, Alvisopoli e Lugugnana (BONDESAN *et al.*, 2009), e, nell'ultimo tratto, nell'Unità di Bibione, appartenente al Sistema costiero.

Dallo studio del profilo topografico costruito, emergono alcune particolarità:

1. a sud della linea ferroviaria Venezia-Trieste, vi è una singolare incisione, profonda quasi due metri, da ricondursi all'apofisi del dosso del Tagliamento;
2. all'altezza di Cesarolo, in corrispondenza dell'intersezione della traccia con il canale Cavrato, si nota la presenza di un percorso di rotta utilizzato più volte nei secoli (FONTANA, 2006);
3. nella zona compresa tra il canale Cavrato e la Litoranea Veneta è presente un'area depressa con quote inferiori a -1 m s.l.m.;
4. infine, nell'ultima parte del profilo, le quote topografiche risalgono in corrispondenza dell'abitato di Bibione dove inizia l'Unità di Bibione, costituita da depositi costieri.

L'istogramma di frequenza della distribuzione delle quote topografiche lungo il profilo mette in evidenza la presenza di alcuni valori di quota prevalenti, con una media pari a 1,8 m s.l.m. L'alto valore di deviazione standard indica proprio la variabilità della quota in questo profilo, dovuta solo in parte alla presenza di dossi fluviali; infatti, l'area ricade nella porzione di pianura veneto-friulana più stretta, dove il passaggio da alta a media e bassa pianura è più rapido.

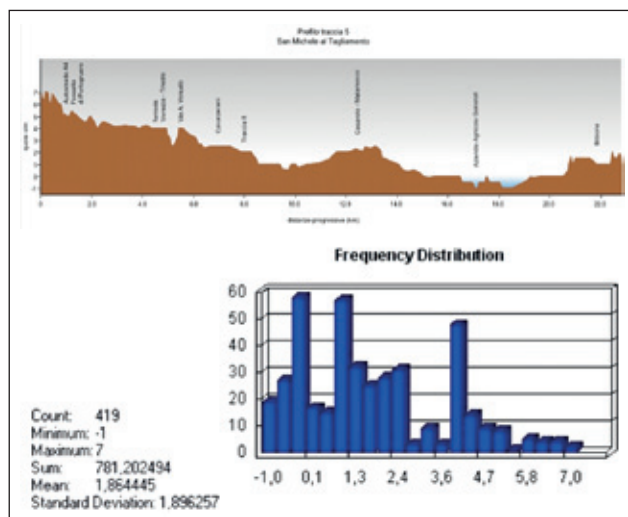
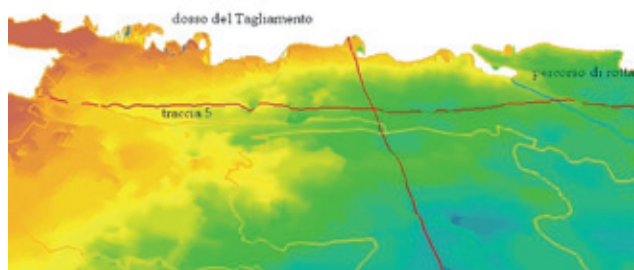


Fig. 1.11 - Traccia 5: inquadramento territoriale della traccia, profilo e istogramma elaborato.



### 1.10.6. Traccia 6: San Donà di Piave

Con andamento NNO-SSE, la traccia 6 interessa i comuni di Noventa di Piave, San Donà di Piave e Jesolo. Il profilo ricade nel Sistema alluvionale del Piave, intersecando l'Unità di San Donà di Piave e mettendo, quindi, in risalto la morfologia dei dossi formati dal Piave stesso.

Partendo da nord, fino all'intersezione della traccia con il confine comunale tra Jesolo e San Donà di Piave, le quote si mantengono positive, mostrando piccoli "panettoni" in coincidenza dell'attraversamento dei rami del dosso principale del Piave. In corrispondenza della località Passarella di sotto, vi è una profonda depressione, con quote negative dell'ordine di  $-1,5$  m s.l.m.; le quote, poi, risalgono in corrispondenza del fiume Sile, che attualmente occupa la posizione del dosso della Piave Vecchia (BONDESAN *et al.*, 2009).

L'istogramma associato al profilo mostra una frequenza di quote positive decisamente maggiore rispetto a quella relativa alle quote negative. La quota media risulta essere pari a  $+0,76$  m s.l.m., con un valore massimo di  $3,5$  m s.l.m. e un valore minimo di  $-1,5$  m s.l.m.

### 1.10.7. Traccia 7: Torre di Mosto

Anche la settima traccia taglia l'alta provincia veneziana con andamento NNO-SSE, attraversando il corso del fiume Livenza al confine tra i comuni S.Stino di Livenza, Torre di Mosto e Caorle.

La sezione parte dal comune di Annone Veneto e si spinge fino al litorale compreso tra Jesolo e Caorle, poco a sud della foce del Livenza.

Il percorso scelto per la traccia ricade nel Sistema alluvionale del Piave-Livenza, in particolare nell'Unità di Torre di Mosto, e sottolinea la presenza di un'importante direttrice sedimentaria, il dosso olocenico del Livenza.

A nord, nel comune di Annone Veneto, il profilo interseca la propaggine più occidentale dell'Unità di Torresella, composta da sedimenti del Sistema alluvionale del Tagliamento, formatisi durante la fase cataglaciare del LGM (BONDESAN *et al.*, 2009).

Proseguendo lungo il profilo, dopo aver passato il canale Fosson, si entra in un bacino depresso con quote inferiori al livello medio mare.

Successivamente, in corrispondenza dell'attuale alveo del Livenza, le quote risalgono a valori mediamente pari a  $1$  m s.l.m.

Dall'osservazione del profilo si nota molto bene la presenza del dosso attuale del Livenza che divide il bacino precedentemente citato dalla restante regione, anch'essa depressa, delimitata a valle dai depositi costieri alimentati dalle alluvioni del Tagliamento (Unità di Torre di Fine) e dai cordoni litoranei appartenenti all'Unità del Litorale Indifferenziata (BONDESAN *et al.*, 2009).

Il profilo topografico risultante, quindi, può essere diviso in tre settori principali:

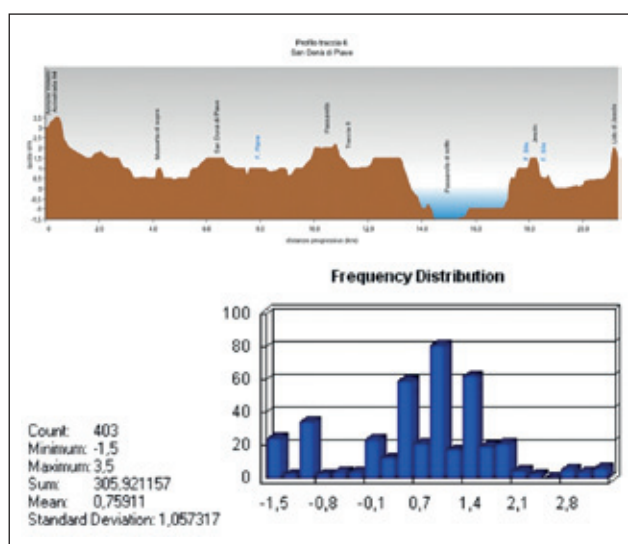
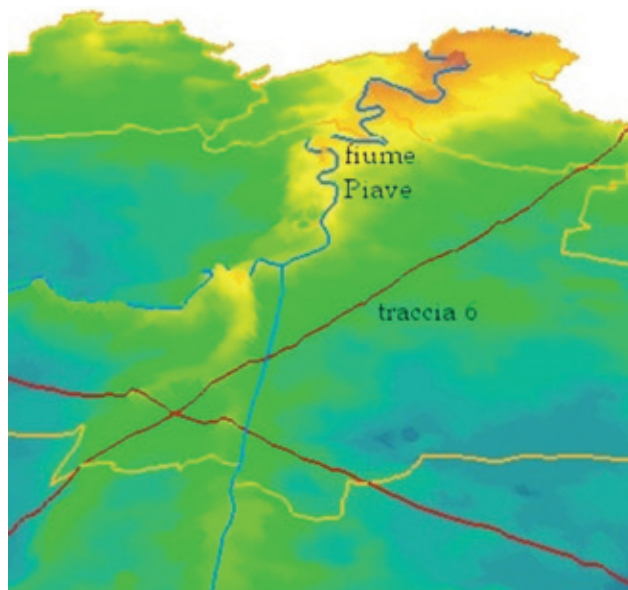


Fig. 1.12 - Traccia 6: inquadramento territoriale della traccia, profilo e istogramma elaborato.

1. la sezione nord con degradazione costante verso la bassa pianura con gradiente pari a circa  $0,5\%$ ;
2. il bacino centrale subsidente con quote inferiori al livello medio mare, attraversato dal dosso del Livenza;
3. la zona costiera con quote di poco superiori al livello medio mare.

La distribuzione statistica evidenzia una quota media di poco superiore allo 0 altimetrico, con un'elevata deviazione *standard* dovuta alla variabilità morfologica del territorio attraversato.

### 1.10.8. Traccia 8: Caposile

La traccia 8 attraversa la zona centro-settentrionale della provincia di Venezia con andamento SE-NO, partendo dal comune di Campolongo Maggiore fino a raggiungere San Michele al Tagliamento.

Il profilo, essendo trasversale alle principali direttrici sedimentarie, mette in evidenza il susseguirsi

di alti e bassi che caratterizzano la morfologia della pianura veneziana. Tralasciando la parte centrale di laguna, sono riconoscibili i dossi del Sile, del Piave, del Livenza e del Tagliamento. Nel settore occidentale, invece, emergono i rilevati dell'area industriale di Porto Marghera e i dossi appartenenti all'Unità di Dolo, in particolare il dosso delle Giare, a est dell'intersezione con la traccia 3. Procedendo ancora verso Est, continuano i depositi alluvionali appartenenti al Brenta, con quote topografiche via via maggiori (BONDESAN *et al.*, 2009).

Il dislivello altimetrico di questo profilo, della lunghezza di oltre 90 km, è di appena 9 m, da un valore minimo di -2,5 m ad un massimo di 6,5 m.

Dall'analisi statistica si notano le alte frequenze legate alle quote sotto il livello del mare; infatti la quota media del territorio risulta essere di poco inferiore alla zero topografico.

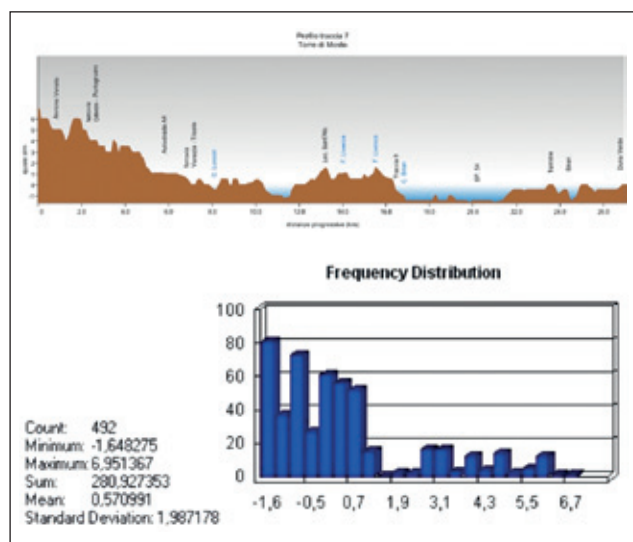
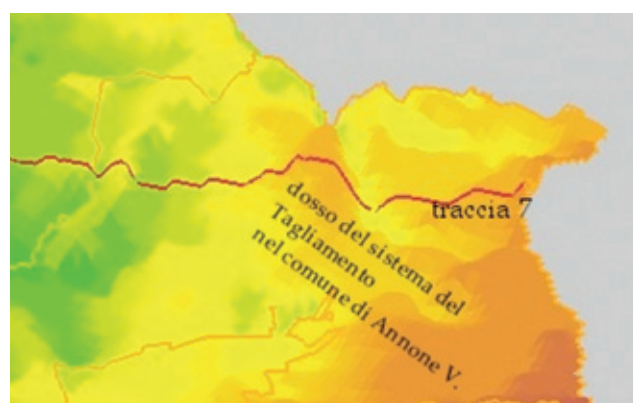


Fig. 1.13 - Traccia 7: inquadramento territoriale della traccia, profilo e istogramma elaborato.

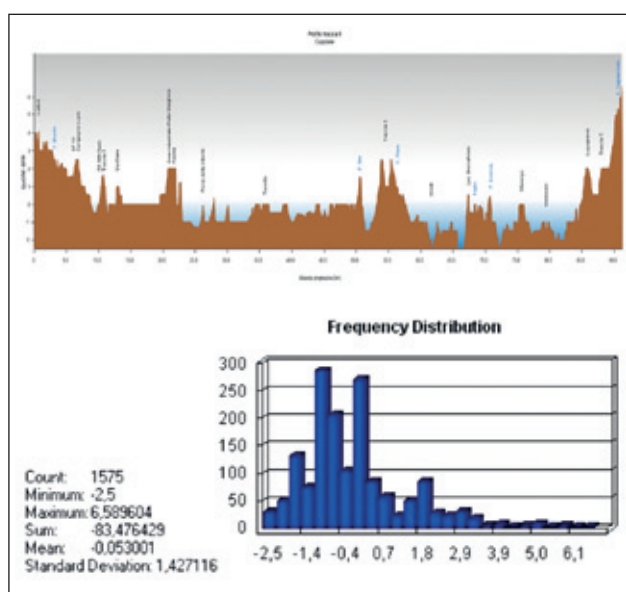
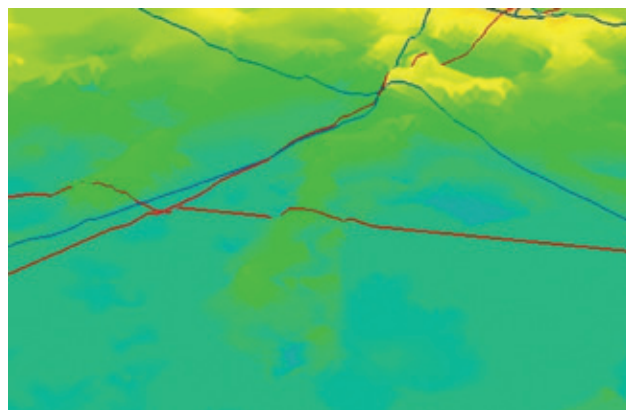


Fig. 1.14 - Traccia 8: inquadramento territoriale della traccia, profilo e istogramma elaborato.

## 1.11. CONCLUSIONI

Dall'analisi altimetrica eseguita su tutto il territorio provinciale di Venezia risulta chiara la determinazione di due aree depresse, una a sud, tra i comuni di Chioggia, Cona e Cavarzere, e una a nord, comprendente i comuni di Eraclea e Caorle, sedi di elevata subsidenza.

Nella tabella che segue vengono riportati i comuni la cui quota media è al di sotto dello zero altimetrico.

Comune	Quota altimetrica media (m s.l.m.)
Concordia Sagittaria	-0,483
Torre di Mosto	-0,249
Eraclea	-0,855
Campagna Lupia	-0,171
Chioggia	-0,637
Cona	-1,173
Cavarzere	-1,531
Caorle	-0,706
Jesolo	-0,072

## IL RILIEVO LIDAR DELL'ATO LAGUNA DI VENEZIA

A cura di Enrico Conchetto - AATO Laguna di Venezia<sup>1</sup>

Il tema del microrilievo in aree di pianura è in stretta relazione, oltre che con altri tematismi (quale la geomorfologia), con il rischio idraulico, che nel nostro Paese è un tema estremamente complesso e articolato soprattutto in base al contesto territoriale, alla geografia e morfologia dei luoghi e principalmente al grado di trasformazione antropica e di vulnerabilità.

In particolare nell'entroterra lagunare veneziano la gestione delle acque di superficie assume un'importanza rilevante in quanto, a una situazione morfologica sfavorevole a causa della diffusa depressione del suolo rispetto al livello medio del mare<sup>2</sup>, si aggiunge un'articolata gestione delle acque interne lungo la rete idrografica minore, sottoposta prevalentemente a scolo meccanico<sup>3</sup>. Questo contesto, di per sé fragile, è minacciato ulteriormente dalla pericolosità di esondazione dei corsi d'acqua principali<sup>4</sup>. Naturalmente la gestione delle acque di superficie, in un territorio di transizione tra pianura e mare, deve necessariamente fare i conti anche con la possibilità che le oscillazioni di marea in determinate condizioni meteorologiche e astronomiche possano ostacolare il normale deflusso delle acque alla foce dei corsi d'acqua. Tutto ciò deve poi essere rapportato alla vulnerabilità che caratterizza importanti aree urbane, ad esempio quella di Mestre, in cui le reti di smaltimento delle acque meteoriche e fognarie magari non hanno seguito di pari passo le necessità di un repentino sviluppo demografico ed urbano.

È in questo contesto che l'area dell'entroterra veneziano il 26 settembre 2007 è stata colpita da un evento meteorologico di estrema criticità, che ha decretato lo stato di emergenza a causa d'importanti allagamenti in estese aree di terraferma lungo il margine lagunare veneziano<sup>5</sup>. Gli effetti di tale evento meteorologico hanno generato situazioni di emergenza, disagi e danni anche a causa dell'inadeguatezza delle reti di smaltimento delle acque di drenaggio urbano. A seguito della Dichiarazione dello stato di emergenza, con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) n° 3621/2007 è stato nominato il Commissario Delegato, chiamato a ripristinare le condizioni di sicurezza nei territori.

A seguito di ciò e nell'ambito delle proprie competenze istituzionali, l'AATO ha deciso di sostenere le iniziative del Commissario Delegato in merito alla problematica del risanamento idrogeologico, del rischio idraulico e della prevenzione degli allagamenti, favorendone anche la realizzazione. L'AATO infatti, con fondi della tariffa del Servizio Idrico, ha finanziato progetti riguardanti le infrastrutture di fognatura mista, previsti

nell'elenco degli interventi urgenti del Commissario Delegato, che hanno contribuito alla riduzione del rischio allagamenti e al miglioramento della funzionalità della rete. Inoltre, ha destinato dei fondi per analizzare e studiare la problematica degli allagamenti in un'area urbana, secondo uno studio pilota necessario alle amministrazioni comunali. Tale studio si è concretizzato nel rilievo e nella modellizzazione idraulica delle reti di smaltimento delle acque che hanno manifestato condizioni di criticità in occasione dell'evento del settembre 2007.

Il contributo è avvenuto anche attraverso il rilievo LiDAR (*Light Detection And Ranging*) del territorio dell'AATO a integrazione di quello già effettuato dal Commissario Delegato per gli allagamenti (Fig. 1.15).

L'intera parte centrale del territorio provinciale, con l'aggiunta dei comuni di Cavallino Treporti e di Chioggia, è ora rilevata altimetricamente con un buon aggiornamento (fondamentale soprattutto per le aree maggiormente subsidenti<sup>6</sup>), ma soprattutto con una precisione, impensabile fino a poco tempo fa. Auspicabile sarebbe quindi l'estensione dei rilievi LiDAR a tutto il territorio provinciale (spazi lagunari compresi), specie dove la subsidenza può aver causato delle notevoli modifiche alla situazione rilevata al tempo della realizzazione della CTR, con tutte le implicazioni del caso.

L'enorme mole di preziose informazioni, relative all'altimetria del suolo e degli elementi su di esso presenti, prodotta attraverso questo lavoro è a disposizione dei Comuni, delle Autorità e dei professionisti che con differenti competenze e per diverse finalità pianificano, progettano e gestiscono il territorio intervenendo in un contesto sempre più vulnerabile.

Lo scopo è di fornire il necessario supporto alle analisi di rischio di allagamento del territorio, alla modellizzazione idraulica dei flussi delle acque nere e miste e all'identificazione delle criticità dei sistemi di smaltimento delle acque in particolari condizioni meteoriche, come quelle verificatesi il 26 settembre 2007.

Il progetto, in particolare, è stato concepito per soddisfare le seguenti esigenze:

- acquisizione LiDAR nel territorio dell'AATO a integrazione del rilievo già effettuato dal Commissario Delegato



Fig. 1.15 - Le aree oggetto di studio (in giallo le nuove acquisizioni dell'AATO e in rosso l'area già acquisita dal Commissario Delegato).

<sup>1</sup> Tratto da: AA.VV. (2011) - *Gestione del Territorio 3D*. AATO Laguna di Venezia & IUAV - Nuove Tecnologie e Informazione Territorio Ambiente.

<sup>2</sup> Vedi quanto scritto in precedenza in questo stesso capitolo e la cartografia di Tav. 1.

<sup>3</sup> Vedi anche il capitolo 4 "Idrografia e bonifica idraulica" e la cartografia di Tav. 5.

<sup>4</sup> Vedi anche il capitolo 18 "Rischio idraulico" e la cartografia di Tav. 16.

<sup>5</sup> Questo argomento è diffusamente trattato in un'apposita scheda nel capitolo 11 "Climatologia" e anche nel paragrafo 18.3.3 del capitolo 18 "Rischio idraulico".

<sup>6</sup> Vedi anche il capitolo 16 "Subsidenza" e la cartografia della Tav. 15.



to, ad eccezione delle porzioni ricadenti in area lagunare e insulare, per complessivi 50.000 ettari di territorio;

- acquisizione e trattamento di ortofoto ad alta risoluzione;
- produzione di un Modello Digitale del Terreno integrato con quello derivante dal rilievo effettuato dal Commissario Delegato;
- integrazione dei dati all'interno del SIRIO, il Sistema Informativo dell'AATO (www.sirio-sici.it).

Il LiDAR (*Light Detection And Ranging*) è un sistema di rilievo *laser scanner* generalmente montato a bordo di piattaforme aeree o elicotteri. Il sistema emette un impulso ottico mediante un *laser* e conseguentemente misura il tempo di restituzione dell'eco (Fig. 1.16). Il tempo viene trasformato in distanza rispetto al bersaglio attraverso la velocità nota della luce.

Il LiDAR è quindi definito come un sistema aviotrasportato utilizzato per acquisire le forme presenti sul terreno (sia naturali che antropiche) attraverso la determinazione

di coordinate x, y, z di un insieme di punti costituenti il bersaglio (Fig. 1.17).

A bordo della piattaforma aerea si integrano diversi apparati: un ricevitore GPS; un sistema di scansione; un sistema inerziale IMU (*Inertial Measure Unit*). L'attività avionica avviene sotto il continuo controllo di apposite stazioni a terra GRS (*Ground Reference Stations*). Condizione essenziale per il buon funzionamento della procedura è l'accurata taratura e sincronizzazione di tutti i singoli componenti. La determinazione dei punti *laser* viene effettuata sull'ellissoide WGS84 e i valori delle quote sono riferiti a tale ellissoide.

In una fase successiva di *post-processing* i valori x, y, z, riferiti all'ellissoide WGS84, vengono convertiti in un sistema di riferimento piano locale (nel caso specifico Gauss-Boaga), mentre le quote vengono trasformate da ellissoidiche a geoidiche (o ortometriche), cioè riferite al livello medio mare.

Nel caso specifico, l'attività avionica ha coperto l'area in esame con oltre 230 strisciate a una quota media di volo di circa 600 metri e un *footprint* di circa 500 metri sul terreno.

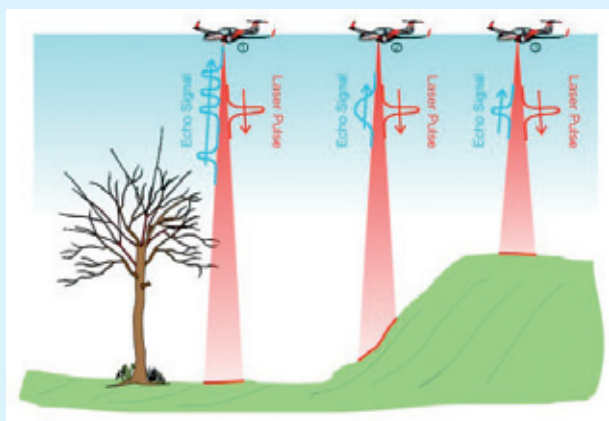


Fig. 1.16 - La registrazione degli impulsi *laser* in differenti tipi di terreno (estratto dal datasheet del sensore Riegl LMS Q560 - da [www.riegl.com](http://www.riegl.com)).

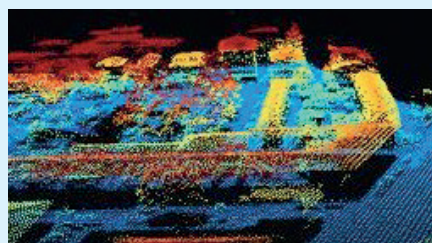


Fig. 1.17 - Nuvola di punti acquisita in un'area urbana.

I dati LiDAR acquisiti e le relative nuvole di punti 3D (x, y, z) sono caratterizzati da:

- densità media dell'informazione pari a quattro punti per metro quadro;
- accuratezza verticale di  $\pm 15$  cm;
- accuratezza orizzontale di  $\pm 40$  cm.

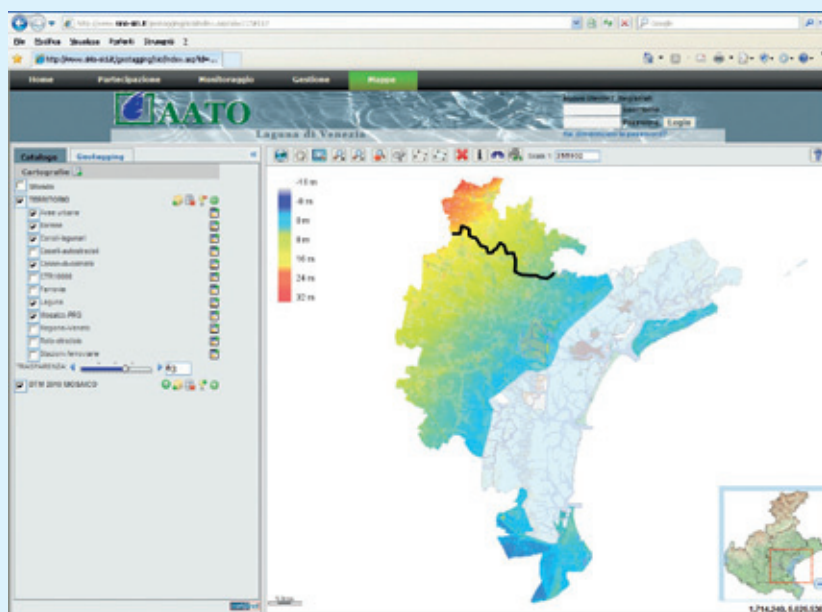


Fig. 1.18 - Il DTM dell'AATO Laguna di Venezia pubblicato nel sito <http://www.sirio-sici.it> (La linea nera distingue i territori ricadenti in provincia di Venezia, a sud, da quelli in provincia di Treviso, a nord).

Al fine di uniformare l'informazione sul territorio, le quote relative alle nuvole di punti del dato "Ground" acquisite dal rilievo effettuato nel 2008 dal Commissario Delegato per gli allagamenti di Mestre sono state riproiettate nel modello geoidico di riferimento *standard* adottato dall'AATO (Italgeo2005).

Il dato LiDAR pubblicato da AATO nel sistema informativo SIRIO (<http://www.sirio-sici.it>) si riferisce al DTM "leggero" ottenuto dalla riduzione della densità informativa del dato altimetrico originale (necessità determinata dalla fruibilità del servizio pubblicato via web) e dalla produzione di un *raster* caratterizzato da *pixel* di 5 m di lato. Il DTM, pubblicato utilizzando GeoServer, *software free* e *open source* (FOSS), è liberamente consultabile e interrogabile tramite browser dalla homepage del sito alla voce **DTM 2010 Mosaico** del menù Mappe (Fig. 1.18).